PRZYCZYNEK
do fizyjologii części lędźwiowej
rdzenia pacierzowego u żab.

Przez

Dra A. Becka.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydz. mat.-przyr. w dniu 2 Lutego 1892;
ref. czł. Cybulski.

W fizyjologii układu nerwowego niemal powszechnie przyjmuje się, że dolna część rdzenia pacierzowego u żab ma tylko bardzo słaby udział czynny w odruchach, a nawet, że nie pośredniczy wcale w ich powstawaniu. Eckhard, w obszernym zbiorowym podręczniku Hermanna[1]) wypowiada podobne zapatrywanie, oparte na własnych spostrzeżeniach, jakoteż na badaniach innych autorów, dodając, że nawet u żab, których pobudliwość odruchową zwiększono sztucznie zapomocą strychniny, po przecięciu rdzenia poniżej odejścia siódmej pary nerwów rdzeniowych nie można otrzymać odruchu z tylnych łapek. Nic też dziwnego, że p. G. Piotrowski w ocenie mojej rozprawy: „O oznaczaniu lokalizacyi w mózgu i rdzeniu zapomocą zjawisk elektrycznych“ [2]), zastanawiając się nad zmianami elektrycznemi spostrzeganemi przezemnie w zgrubieniu lędźwiowem rdzenia pacierzowego u żaby podczas dra-

[1]) Handbuch der Physiologie herausgegeben von Hermann. II Band, II Theil, str. 27, 28.

[2]) Przegląd Lekarski 1890 r. Nr. 40.

żnienia dośrodkowego odcinka nerwu kulszowego, niezupełnie godzi się z mojem zapatrywaniem, jakoby te zmiany elektryczne były wyrazem stanu czynnego, który pod wpływem drażnienia powstaje w ośrodkach odruchowych tej części rdzenia.

Jakkolwiek spostrzegane zmiany elektryczne, zdaniem mojem, same przez się już były wymownym dowodem, że ośrodki części lędźwiowej rdzenia przechodzą w stan czynny podczas drażnienia nerwu kulszowego, że zatem ważną odgrywają rolę w powstawaniu odruchu, bo inaczej trudno byłoby sobie te zmiany elektryczne tłomaczyć, — przecież zależało mi wielce na tem, aby zbadać dokładnie zjawisko, które stało się powodem rozpowszechnienia powyższego zapatrywania.

Literatura, będąca w bezpośrednim związku z naszym przedmiotem, nie jest zbyt obszerną. Volkmann[1]) wypowiedział pierwsze zdanie, że sama dolna część rdzenia pacierzowego u żab nie wystarcza do wywołania odruchu.

Bliżej jednak badali tę rzecz dopiero Eckhard i Sanders-Ezn[2]), a jakkolwiek ten ostatni znajduje siedzibę ośrodków odruchowych po części i w dolnym odcinku rdzenia, jednakowoż stwierdza, że przecięcie rdzenia na wysokości siódmej pary nerwów znosi odruchy. Do podobnych wyników w badaniach swoich doszedł także Koszewnikow[3]).

Od zdania tych autorów różnią się zapatrywania Masiusa i Vanlaire'a[4]), którzy starają się udowodnić, że każdej parze nerwów części lędźwiowej rdzenia ma odpowiadać osobna grupa ośrodków, leżąca mniej więcej na wysokości odejścia tej pary nerwów.

Wreszcie wykazał Gad[5]), w pracy wykonanej wspólnie z Hirschem, że jeżeli się rdzeń przetnie poniżej odejścia siódmej pary nerwów, a nawet na wysokości ósmej, to po zaszyciu rany, jeżeli otwieranie kanału kręgowego odbywało się z możliwie największą ostrożnością, po kilku godzinach utracone odruchy częściowo wracają.

---

[1]) Ueber Reflexbewegungen. Archiv für Anat. u. Physiologie 1838.

[2]) Vorarbeit für die Erforschung des Reflexmechanismus im Lendenmarke des Frosches. Sitzungsber d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1867.

[3]) Ueber die Empfindungsnerven der hinteren Extremitäten beim Frosche. Archiv für Anat., Physiol. u. wissensch. Med. 1868 r.

[4]) Récherches expérimentales sur la régénération anatomique et fonctionelle de la moelle epinière. Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Academie royale de Belgique XXI 1870.

[5]) Ueber Centren und Leitungsbahnen im Rückenmarke des Frosches. Arch. für Anat. u. Physiol. 1884 r. str. 304.

O innych pracach na tem polu, znajdziemy sposobność wspomnieć później.

Okoliczność, że podczas drażnienia nerwu kulszowego u żaby powstaje w zgrubieniu lędźwiowem rdzenia obniżenie potencyjału elektrycznego, pozwalała przypuszczać, jak już wyżej nadmieniłem, że w miejscu tem zjawia się stan czynny ośrodków nerwowych. Że zaś obniżenie potencyjału elektrycznego było w tych przypadkach wyrazem stanu czynnego w ośrodkach, a nie w włóknach nerwowych przebiegających w istocie białej, dowiodłem tego — jak sądzę — dostatecznie w pracy przytoczonej (str. 24) na wstępie. Ponieważ więc niewytłomaczoną było rzeczą, dlaczegoby, wobec utrzymanej i nienaruszonej części lędźwiowej rdzenia, po odcięciu wyższych jego części, drażnienie odnóg dolnych nie wywoływało odruchu, przeto starałem się przedewszystkiem sprawdzić fakta podane przez przeważną część autorów i w tym celu przeprowadziłem pierwszą seryję doświadczeń.

Doświadczenia polegały na tem, że po ostrożnem otwarciu kanału kręgowego, przecinałem z początku rdzeń pod przedłużonym i robiąc następnie przekroje coraz niżej, badałem za każdym przekrojem zachowanie się odruchów tylnych odnóg. Badanie odruchów odbywało się bądź zapomocą mechanicznego drażnienia paluszków, najczęściej jednak dokładniejszą metodą Türcka przez zanurzanie łapek do rozcieńczonego kwasu siarkowego (1—2 *pro mille*) i oznaczanie czasu potrzebnego do tego, aby podnieta chemiczna wywołała odruch. Czas obliczano zapomocą metronomu tak ustawionego, że dawał 100 uderzeń na minutę. Zazwyczaj każde zadrażnienie przy pewnym przekroju powtarzałem kilka razy. Jako przykład przytaczam następujące doświadczenia:

Doświadczenie I.

Żaba zielona (Rana esculenta), średniej wielkości, samiec. Odruchy badano metodą Türcka (liczby oznaczają ilość uderzeń metronomu, a więc setne części minuty, które upłynęły od chwili zanurzenia łapek do chwili powstania odruchu).

Rdzeń przecięty 2 mm. pod przedłużonym . . . . 7, 7, 8.
Rdzeń przecięty 4 mm. pod przedłużonym . . . . 8, 9, 8.
Rdzeń przecięty 6 mm. pod przedłużonym . . . . 9, 9, 10.
Rdzeń przecięty tuż powyżej zgrubienia lędźwiowego 11, 11, 11.
Rdzeń przecięty na wysokości pierwszych korzonków tylnych, odruchy znikły zupełnie.

Doświadczenie II.

Żaba ciemno-brunatna (Rana temporaria), duży samiec.

Przecięto rdzeń tuż pod przedłużonym . . . . . 6, 6, 7.

Przecięto rdzeń o 2 mm. niżej (po za I kręgiem) . 8, 8, 8.

Przecięto rdzeń o dalsze 2 mm. niżej (po za II kręgiem zarazem po za zgrubieniem szyjnem rdzenia). . . . . 10, 9, 10.

Przecięto rdzeń o dalsze 2 mm. niżej (po za III kręgiem) . . . . 13, 13, 13.

Przecięto rdzeń na wysokości czwartego kręgu, tuż przed zgrubieniem lędźwiowem . . . . . 13, 14, 13.

Przecięto rdzeń o 1 mm. niżej na wysokości pierwszych korzonków tylnych . . . . 16, 16, 17.

Po przecięciu rdzenia na wysokości drugich korzonków tylnych odruchy zniknęły.

Doświadczenie III.

Żaba zielona (Rana esculenta), duża samica. Odruchy badano jak w doświadczeniu poprzedniem.

Rdzeń przecięto tuż pod przedłużonym . . . . . 16, 15, 15.

Rdzeń przecięto pod zgrubieniem łapek przednich . 11, 13, 13.

Rdzeń przecięto o 3 mm. niżej . . . . 18, 17, 18.

Po krótkiej pauzie . . . . 14, 14, 14.

Po pauzie pięciominutowej . . . . 13, 14, 14.

Przecięto rdzeń tuż nad zgrubieniem lędźwiowem, drażnienie kwasem nie daje odruchu, natomiast mechaniczne zadrażnienie szczypczykami wywoływało odruch.

Po przecięciu rdzenia o 1 mm. niżej, na wysokości pierwszych korzonków tylnych, nawet za pomocą szczypania nie można było wywołać odruchów.

Doświadczenie IV.

Żaba zielona (Rana esculenta), duża samica.

Po przecięciu rdzenia o 1 mm. po za przedłużonym . . . . 8, 8, 8.

Po przecięciu w samem zgrubieniu szyjnem . . 18, 17, 21, 16.

Po przecięciu pomiędzy zgrubieniem szyjnem a lędźwiowem . . . . 16, 17, 17.

Po przecięciu rdzenia 1 mm. powyżej odejścia pierwszych korzonków tylnych	20, 20, 20.
Po przecięciu na wysokości pierwszych korzonków tylnych	20, 21, 20, 23.

Po przecięciu rdzenia poniżej korzonków pierwszych na wysokości drugich korzonków, które w tym przypadku były najgrubsze, odruchy znikły zupełnie.

Doświadczenie V.

Żaba duża ciemno-zielona (Rana esculenta), samica.

Przecięto rdzeń o 2 mm. po za przedłużonym na wysokości pierwszego kręgu	5, 5, 5.
Przecięto rdzeń o 3 mm. niżej tuż po za zgrubieniem piersiowem	8, 9, 8.
Przecięto rdzeń o 1 mm. poniżej	8, 9, 9.
Przecięto rdzeń o 1 mm. niżej	10, 9, 12.
Przecięto rdzeń tuż przed zgrubieniem lędźwiowem .	11, 12, 11.

Po przecięciu rdzenia na wysokości pierwszych korzeni tylnych odruchów wywołać nie można.

Przeglądając przytoczone doświadczenia, zauważamy na pierwszy rzut oka, że wskutek przecinania rdzenia coraz niżej, odruchy — jakkolwiek nieznacznie — słabną o tyle, że zjawiają się coraz później. Fakt ten podaje także Hällsten[1]) i tłomaczy go w ten sposób, że odruch może przebiegać dwie drogi: bliższą, t. j. dla odnóg tylnych tylko, przez dolną część rdzenia, lub też dalszą, przez górne części rdzenia, jeśli one są nietknięte. Ta ostatnia droga ma przedstawiać dla odruchu opór mniejszy, i dlatego słabsze podniety mają dawać tylko odruch przy utrzymanym związku między górną a dolną częścią rdzenia. Prawo to według Hällstena stosuje się nawet do przednich odnóg z tą naturalnie różnicą, że w tym przypadku odruch przednich odnóg ma się zjawiać łatwiej wobec utrzymanego połączenia z częścią dolną rdzenia. Z tegoby wypadało, że w prawidłowym stanie zwierzęcia odruch przednich odnóg, wywołany podnietą niezbyt silną, przechodzi przez aparat odruchowy położony w zgrubieniu lędźwiowem, a odruch odnóg tylnych przez ośrodki leżące w zgrubieniu ramieniowem rdzenia

Wobec naszych doświadczeń fakt opisany przez Hällstena zostaje, jak widzimy, stwierdzony, jakkolwiek niewielka jest różnica między

---

[1]) Zur Kenntniss der sensiblen Nerven und Reflexapparate des Rückenmarkes. Archiv für Anat. und Physiologie 1886.

odruchami tylnych odnóg przy zachowanej górnej części rdzenia, a odruchami jeżeli ta część rdzenia jest zniszczona. Nie godziłbym się jednak z tym autorem w zapatrywaniu się na przyczynę tego zjawiska. Mojem zdaniem osłabienie odruchów przy odcinaniu coraz niższych części rdzenia przypisać należy czynnikom zależnym od samego przecięcia, jak np. czynnikom tamującym, których wpływ po pewnym czasie ustępuje. Dowodzą tego zresztą fakty znane z doświadczeń innych autorów, że odruchy, które bezpośrednio po przekroju rdzenia osłabły, po upływie krótszego lub dłuższego czasu wracają do dawnej siły. Na poparcie zresztą tego twierdzenia mogę przytoczyć wyniki z kilku doświadczeń, które w ostatnich czasach umyślnie w celu zbadania wpływu samego przecięcia wykonałem. Doświadczenia te w gruncie rzeczy zupełnie podobne do powyżej opisanych, różniły się od nich tylko tem, że po wykonaniu każdego przekroju i zbadaniu odruchów metodą Türcka, pozostawiałem czas jakiś preparat badany w spoczynku i następnie znowu śledziłem zachowanie się odruchów.

Doświadczenie VI.

Żaba ciemno-brunatna (Rana temporaria), samiec.

Rdzeń odsłonięto na przestrzeni od czaszki do szóstego kręgu i przecięto go tuż pod przedłużonym.

Odruchy obu odnóg	5, 5, 6.
Po upływie minuty	5, 5, 5.
Przecięto rdzeń 2 mm. niżej, tuż powyżej splotu ramieniowego.	
Odruchy obu odnóg	7, 7, 7.
Po upływie minuty	7, 7, 7.
Po dalszych 5 minutach	6, 6, 6.
Po następnych 4 minutach	5, 6, 6.
Po dalszych 4 minutach	6, 6, 6.
Przecięto rdzeń o 3 mm. niżej, pomiędzy drugim a trzecim kręgiem	11, 11, 9, 9, 8, 9.
Po 8 minutach.	6, 7, 7, 6, 7.
Przecięto rdzeń o 2 mm. niżej, 2 mm. powyżej zgrubienia lędźwiowego	11, 9, 10, 9.
Po upływie 5 minut	7, 8, 8.
Po upływie dalszych 2 minut	7, 7, 7.

Z doświadczenia tego widać, że po każdem przecięciu rdzenia odruchy na chwilę osłabły, jednakże po upływie kilku minut na nowo poczęły się wzmagać. Że nie wróciły w zupełności do pierwotnej siły, zdaniem mojem, wytłomaczyć można okolicznością, iż rdzeń przez cały czas doświadczenia był odsłonięty, wskutek czego bez wątpienia pobu-

dliwość jego musiała się zmniejszyć. Podobne wyniki jak ostatnie dawały i inne doświadczenia.

Doświadczenie VII.

Żaba zielona (Rana esculenta), duża samica. Rdzeń przecięto pod przedłużonym.

Odruchy . . . . 6, 7, 6.
Po upływie dwóch minut . . . . 6, 5, 5.

Przecięto rdzeń po za drugim kręgiem, w samem zgrubieniu piersiowem.

Odruchy . . . . 8, 9, 8.
Po dwóch minutach . . . . 5, 6, 5, 6.
Przecięto rdzeń o 3 mm. niżej po za 4 kręgiem. . 10, 9, 9, 9.
Po trzech minutach . . . . 8, 9, 9.
Po upływie dalszych 5 minut . . . . 8, 8, 8.

Doświadczenie VIII.

Żaba ciemno-brunatna (Rana temporaria), mała samica. Nie odsłaniałem całego rdzenia, lecz odpreparowawszy cały stos pacierzowy od mięśni, przeciąłem błonę zamykającą kanał kręgowy między czaszką a pierwszym kręgiem, tak, że rdzeń przedłużony stał się widocznym. Przeciąłem następnie ostrym nożykiem rdzeń pod przedłużonym.

Odruchy . . . . 8, 9, 8.
Po pięciu minutach . . . . 7, 7, 7, 7.
Po dalszych pięciu minutach . . . . 6, 6, 5.

Następnie zdjąłem łuki tylne pierwszych dwóch kręgów i przeciąłem rdzeń po za drugim kręgiem.

Odruchy stały się bardzo leniwe . . . . . . 60, 60, 54.
Po dwóch minutach . . . . 24, 23, 23.
Po dalszych dwóch minutach . . . . 13, 11, 12.
Po następnych trzech minutach . . . . 10, 11, 11, 12.
Po upływie jeszcze trzech minut . . . . . . 11, 11, 11.

Nie odkrywając rdzenia, przeciąłem go następnie przez więzadła łączące kręgi między sobą, po za trzecim kręgiem. Wówczas odruchy pod działaniem kwasu ustały; szczypaniem palców mogłem wywołać tylko odruch łapki lewej. Po upływie jednak 15 minut odruchy przy szczypaniu palców w obu łapkach były bardzo energiczne, a również po zanurzeniu odnóg w kwasie występował odruch energiczny po 12—15 uderzeniach metronomu.

Jeszcze dosadniej ilustrują wpływ samego przekroju i w ogóle samej operacyi na odruchy następujące dwa doświadczenia.

Doświadczenie IX.

Żaba zielona (Rana esculenta), duży samiec. Odsłonięto rdzeń tylko na przestrzeni 3-go i 4-go kręgu i przecięto go na wysokości między trzecim a czwartym kręgiem, poczem odrazu ranę w skórze zaszyto. Bezpośrednio po operacyi można było otrzymać tylko bardzo leniwe odruchy przez mocne szczypanie palców tylnych odnóg, zanurzanie w kwasie siarkowym wcale nie dawało odruchów. Po upływie sześciu godzin odruchy podczas słabego drażnienia mechanicznego były bardzo energiczne, a podnieta chemiczna wywoływała odruch przy 20—22 uderzeniach metronomu.

Doświadczenie X.

Żaba ciemno-brunatna (Rana temporaria), duży samiec. Operowana zupełnie tak samo jak poprzednia. Bezpośrednio po operacyi można było otrzymać odruchy i to leniwe tylko podczas drażnienia mechanicznego lewej odnogi, prawa była zupełnie nieczuła. Działanie kwasu na obie odnogi bez skutku. Po ośmiu godzinach odruchy z obu odnóg tak podczas drażnienia mechanicznego jak i chemicznego bardzo silne. Tak samo zachowywała się ta żaba po upływie 24 godzin, a nawet po kilku dniach.

Z doświadczeń, których kilka przykładów przytoczyłem, okazało się w ogóle, że już w samej części lędźwiowej rdzenia może powstać odruch i że twierdzenie, jakoby ta część pozbawioną była tej własności, którą reszta rdzenia posiada, jest mylne. Pozostało zatem odpowiedzieć na pytanie, jaki jest powód, że zapatrywanie takie się przyjęło i tak uporczywie się utrzymywało.

Odpowiedź na to pytanie dały mi już po części te doświadczenia, w których po odpreparowaniu i przecięciu rdzenia badanie odruchów okazywało wyniki ujemne. Doszedłem mianowicie do przekonania, że przyczyną tych ujemnych wyników jest zawsze wadliwe postępowanie podczas preparowania. Albowiem jeżeli do wykonania przekrojów otwierałem od razu cały kanał kręgowy, to zniesienie zupełne odruchów bywało o wiele częstszem, aniżeli w przypadkach, w których dolna część rdzenia nie została odsłonięta. Oczywiście więc, że tu nic innego nie może być przyczyną braku odruchów, jak uszkodzenie tych części rdzenia lub jego korzonków, które znajdują się w dolnej części kanału

kręgowego. Że zaś przy otwieraniu kanału kręgowego zwykłym sposobem, to jest od strony łuków kręgowych (z tyłu), uszkodzić można tylko tylne korzonki lub tylną powierzchnię rdzenia, rzecz jasna, że o te części głównie się tu rozchodziło.

Aby się przekonać, czy wszystkie korzonki tylne, względnie które z nich, tak ważną odgrywają rolę w przewodzeniu podniety, wykonałem inny szereg doświadczeń. Zanim jednak przystąpię do jego opisu, muszę kilku słowy wspomnieć o położeniu anatomicznem dolnej części rdzenia i jego korzonków u żaby. Pod tym względem zachodzą u rozmaitych żab, nawet tego samego gatunku, dość znaczne indywidualne różnice. Najczęściej na wysokości czwartego do szóstego kręgu odchodzą od rdzenia skośnie ku tyłowi po każdej stronie po trzy korzonki, rozmaitej grubości; zazwyczaj pierwszy z tych korzonków bywa najgrubszy, ostatni najcieńszy. Różnica od opisanego leży albo w ilości korzonków tylnych albo w ich grubości. I tak spotykamy dość często oprócz trzech par jeszcze jednę parę cieniutkich korzonków odchodzących nieco wyżej od pierwszych, lub jako czwarta para najniższa; w innych przypadkach znajdujemy nie trzy, lecz dwie pary korzonków. Co do grubości to nierzadką odmianą od tego, co uważam za prawidłowe, bywa to, że druga lub ostatnia para korzonków jest najgrubszą, górna zaś najcieńszą. Poświęciłem kilka słów temu opisowi dlatego, że jak się przekonamy, istnieje związek między jakością korzonków a rolą, którą one odgrywają w przeprowadzaniu odruchów.

Doświadczenia, które dla zbadania tej roli korzonków tylnych wykonałem, polegały na tem, że po przecięciu rdzenia na pewnej wysokości, a w każdym przypadku powyżej zgrubienia lędźwiowego, przekonawszy się o stanie odruchów obu odnóg tylnych i każdej z osobna, przecinałem kolejno po jednej stronie, następnie po drugiej tylne korzonki jużto po jednym, już też po dwa i badałem, jakim zmianom uległy odruchy po tej stronie, po której korzonki zostały przerwane. Co się zaś tyczy postępowania samego, to zbyteczne dodawać, że musiało ono być nadzwyczaj ostrożne i skrupulatne, gdyż najlżejsze naciągnięcie korzonków lub ugniecenie podczas preparowania, szczególnie podczas otwierania kanału kręgowego, czasem nawet ich dotknięcie, znosi w nich zdolność przenoszenia podniety. Preparując często, można dojść do tak należytej wprawy, że coraz rzadziej się zdarza, aby preparat, wskutek uszkodzenia korzonków podczas przygotowania, był nieodpowiedni do doświadczenia. W badaniu odruchów posługiwałem się i tu metodą T ü r c k a.

Doświadczenie XI.

Żaba średniej wielkości, samiec. Przecięto rdzeń pod zgrubieniem szyjnem.

Odruch obydwóch łapek . . . . 5, 6, 6.
Odruch prawej odnogi . . . . 6, 6, 6.
Odruch lewej odnogi . . . . 6, 6, 6.
Po stronie lewej przecięto pierwszy korzonek tylny [1]).
Odruch prawej odnogi . . . . 8, 8, 8.
Odruchu lewej odnogi nie ma.
Po stronie prawej przecięto trzeci korzonek tylny.
Odruch prawej odnogi . . . . 8, 8, 9.

Po stronie prawej przecięto nadto korzonek drugi, który był najgrubszym z wszystkich trzech. Odruchy na podniety chemiczne znikły, lecz przy ucisku mechanicznym powstawał odruch słaby.

Doświadczenie XII.

Żaba zielona (Rana esculenta) duża samica. Przecięto rdzeń pod zgrubieniem szyjnem.

Odruch obu odnog . . . . 8, 8, 8.
Odruch lewej odnogi . . . . 8, 8, 8.
Odruch prawej odnogi . . . . 12, 11, 13 (leniwe).
Odruch prawej odnogi po kilku minutach . 9, 8, 9 (silne).
Po stronie lewej przecięto pierwszy korzonek tylny.
Odruch prawej odnogi . . . . 7, 7, 7.
Odruchu lewej odnogi nie ma.
Po stronie prawej przecięto drugi korzonek tylny.
Odruchy z początku były słabe potem coraz silniejsze (24, 28, 26).

Po stronie prawej przecięto nadto trzeci korzonek tylny (pozostał więc sam tylko pierwszy). Odruchy występowały z początku późno (60, 54, 60) i leniwie, później stały się jednak silniejsze (40).

Doświadczenie XIII.

Żaba ciemno-zielona (Rana esculenta). Po przecięciu rdzenia tuż pod zgrubieniem szyjnem odruchy badane przy drażnieniu mechanicz-

---

[1]) W doświadczeniach niżej podanych, w których stosunki anatomiczne różniły się od tych, które przyjąłem za prawidłowe, zmiany istniejące wymieniłem. Gdzie nic nie podaję, ilość i jakość korzonków była prawidłową.

nem po obu stronach energiczne. Po stronie lewej przecięto korzonek tylny trzeci, po stronie zaś prawej korzonek drugi — odruchy po obu stronach silne.

Po stronie lewej przecięto nadto drugi korzonek tylny tak, że pozostał nieuszkodzonym jedynie pierwszy.

Odruchy lewej odnogi, jakkolwiek słabe, są jednak wyraźne. Badanie tego samego preparatu metodą Türcka:

Odruch prawej odnogi . . . . 20, 19, 20.
Odruch lewej odnogi . . . . 28, 30, 29.
(tylko podczas zanurzenia całej odnogi).

Przeciąłem rdzeń o 3 mm. poniżej poprzedniego przekroju, t. j. o 2 mm. powyżej zgrubienia lędźwiowego. Odruchy pozostały takie same jak przed uskutecznieniem przekroju.

Po stronie prawej przeciąłem pierwszy korzonek tylny (pozostał tylko jedynie ostatni korzonek nieuszkodzony).

Odruchy znikły zupełnie.

Doświadczenie XIV.

Żaba zielona (Rana esculenta), duża. Stosunki anatomiczne odmienne od zwykłych o tyle, że po obu stronach odchodzą od rdzenia tylko po dwa korzonki mniej więcej równej (dość znacznej) grubości. Przecięto rdzeń tuż nad zgrubieniem lędźwiowem.

Odruchy prawą odnogą . . . . 8, 9, 8.
„ lewą „ . . . . 10, 10, 10.

Przecięto po stronie prawej korzonek dolny.

Odruch prawą odnogą . . . . 7, 12, 8, 20.
„ lewą „ . . . . 10, 11, 10.

Przecięto lewy korzonek górny.

Odruchu lewej odnogi nie ma.

Doświadczenie XV.

Żaba zielona (Rana esculenta) średniej wielkości.

Po przecięciu rdzenia pod zgrubieniem szyjnem.

Odruchy prawą odnogą . . . . 6, 6, 6.
„ lewą „ . . . . 4, 5, 5.

Po stronie lewej przecięto korzonek trzeci.

Odruchy prawą odnogą . . . . 5, 5, 6.
„ lewą „ . . . . 6, 4, 5.

Po stronie prawej naciągnąłem korzonek pierwszy lub drugi najgrubszy z nich, przyczem zjawiły się silne ruchy tężcowe łapek. Wskutek tego naciągania korzonków odruchy po stronie prawej znikły.

Doświadczenie XVI.

Żaba zielona (Rana esculenta). Przecięto rdzeń tuż nad zgrubieniem lędźwiowem.

Odruchy, które wywoływano zapomocą podniet mechanicznych, były wybitne.

Po stronie lewej przecięto korzonek drugi.

Odruchy prawą odnogą dość silne, po stronie zaś lewej z początku odruchów nie było, po upływie jednak pięciu minut zjawiły się na nowo.

Po prawej stronie przecięto korzonek pierwszy, poczem odruchy prawą odnogą znikły.

Doświadczenie XVII.

Żaba zielona (Rana esculenta), duża. Po przecięciu rdzenia tuż nad zgrubieniem lędźwiowem:

Odruchy prawą odnogą . . . . 6, 5, 6.
„ lewą „ . . . . 5, 4, 5.

Po stronie lewej przecięto korzonek drugi:

Odruchy prawą odnogą . . . . 4, 5, 5.
„ lewą „ . . . . 6, 8, 7.

Po stronie lewej przecięto nadto korzonek trzeci (pozostał nienaruszony jedynie pierwszy).

Odruchy odnogą prawą . . . . 5, 5, 5.
„ „ lewą . . . . 8, 8, 9.

Po stronie prawej przecięto korzonek pierwszy (pozostały nienaruszone drugi i trzeci).

Odruchów prawą odnogą nie ma.

Odruchy lewą odnogą . . . . 9, 10, 10.

Doświadczenie XVIII.

Zaba ciemno-zielona (Rana esculenta), średniej wielkości samiec. Stosunki anatomiczne były tu tego rodzaju, że najgrubszym był korzonek tylny drugi; pierwszy zaś był najcieńszym. Po przecięciu rdzenia pod zgrubieniem szyjnem odruchy przy dotknięciu łapek energiczne.

Odruch prawą odnogą . . . . 5, 5, 5.
„ lewą „ . . . . 4, 5, 5.
„ obiema łapkami . . . . 6, 6, 4, 5.
Po stronie lewej przecięto korzonek tylny trzeci.
Odruch lewą odnogą . . . . 11, 11, 9.
„ prawą „ . . . . 8, 8, 6.
Przecięto po stronie lewej nadto korzonek pierwszy.
Odruch prawą odnogą . . . . 8, 8, 10.
Odruchów lewą odnogą nie ma.

Doświadczenie XIX.

Żaba mała, ciemno-zielona (Rana esculenta), samiec. Po odsłonięciu rdzenia pokazało się, że istnieją cztery pary korzonków tylnych: pierwsza para bardzo cienka, druga najgrubsza, trzecia nieco cieńsza od poprzedniej, jednakowoż jeszcze dość gruba, ostatnia para nadzwyczaj cieniutka. Przecięto rdzeń ponad pierwszą parą korzonków:

Odruch obu łapkami . . . . 8, 7, 7.
„ prawą odnogą . . . . 8, 8, 8.
„ lewą „ . . . . 7, 7, 7.
Po stronie prawej przecięto korzonek trzeci.
Odruch prawą odnogą . . . . 18, 16, 16.
„ lewą „ . . . . 11, 11, 11.
Po stronie lewej przecięto korzonek pierwszy.
Odruch prawą odnogą . . . . 18, 18, 16.
„ lewą „ . . . . 18, 16, 17.

Po stronie prawej przecięto znów pierwszy korzonek (pozostały więc nienaruszone drugi i czwarty).

Odruch prawą odnogą 20, 19, 19, przyczem odruch tą łapką nie polega, jak zazwyczaj, na podniesieniu jej, lecz na silnej addukcyi natomiast przy tej addukcyi prawej odnogi podnosi równocześnie lewą.

Po stronie lewej przecięto jeszcze korzonek tylny drugi.

Odruchy prawej odnogi . . . . 15, 19, 20 (charakter odruchu jak poprzednio).

Odruchy lewej odnogi . . . . . 22, 23, 22.

Po stronie prawej wreszcie przecięto ostatni (czwarty) korzonek tak, że pozostał tylko drugi nienaruszony:

Odruch prawą łapką . . . . . 19, 18, 19 (jak poprzednio).
„ lewą „ . . . . . . 18, 18, 18.

Doświadczenie XX.

Żaba zielono-brunatna (Rana temporia), duża. Po przecięciu rdzenia tuż nad zgrubieniem lędźwiowem:

Odruch obiema odnogami . . . . 8, 8, 8.
„ lewą odnogą . . . . 9, 8, 9.
„ prawą „ . . . . 8, 8, 8.
Po prawej przeciąłem korzonek średni:
Odruch prawej odnogi . . . . 16, 15, 14 (odruchy leniwe).
„ lewej „ . . . . . . 9, 10, 9.
Po lewej przeciąłem korzonek pierwszy:
Odruch prawą odnogą . . . . 15, 16, 15 (jak poprzednio).
Odruchów lewą odnogą nie ma.
Po prawej przeciąłem nadto korzonek trzeci:
Odruchy prawą odnogą . . . . 20, 21, 21.

Przytoczone przykłady dają dostateczną odpowiedź na pytanie, które miałem zamiar zapomocą tego szeregu doświadczeń rozstrzygnąć. Wypadki bowiem wskazują, że nie wszystkie korzonki odgrywają jednakową rolę w przeprowadzeniu odruchów. Biorąc za podstawę te przypadki, w których znajdowałem trzy pary korzonków tylnych, a z tych pierwsza para była najgrubszą, przekonywamy się, że ta pierwsza para (górna) niewątpliwie ma największe znaczenie w przeprowadzaniu podniety do rdzenia. Widzimy bowiem, że zniszczenie pierwszego korzonka, pomimo utrzymania dwu innych, znosiło odruchy po odpowiedniej stronie, i przeciwnie utrzymanie tego korzonka wystarczało do powstania odruchu, pomimo, że dwa inne były przecięte. W tych zaś przypadkach, w których korzonki co do ilości lub jakości odbiegały od stanu uważanego przezemnie za prawidłowy (najczęstszy), znajdowaliśmy także jeden korzonek, który główną rolę odgrywał w przeprowadzaniu odruchów, a bywał nim zazwyczaj najgrubszy. Z doświadczeń zdaje się nie ulegać wątpliwości, że pierwsze (względnie pewne inne) korzonki tylne zawierają głównie włókna nerwowe, dochodzące do ośrodków odruchowych, umieszczonych w części lędźwiowej rdzenia. Jakie jednak jest przeznaczenie pozostałych korzonków, czy zawierają przeważnie włókna nerwowe dochodzące do ośrodków leżących w górnych częściach rdzenia, czy też włókna nerwowe czuciowe do mózgu dążące, a zatem czy istnieje rozgatunkowanie nerwów na czuciowe w ścisłem tego słowa znaczeniu i na odruchowe, na razie rozstrzygnąć trudno. Za podobnem przypuszczeniem przemawiałyby doświadczenia Beresina[1]), z którychby wynikało, że dwa ostatnie korzonki przewodzą podniety do ośrodków odruchowych rdzenia, podczas gdy przez pierwsze korzonki

[1]) Ein experimenteller Beweis, dass die sensiblen und die excitomotorischen Nervenfasern der Haut beim Frosche verschieden sind. Vorl. Mittheil. Centralblt f. d. med. Wiss. 1866. Nr. 9

zdążają włókna czuciowe do mózgu. Jednakże twierdzenie Beresina zbija na podstawie własnych doświadczeń Sanders-Ezn[1]) i niezależnie od niego także Koszewnikow[2]).

Niektórzy autorowie przypuszczają, że każdy z korzonków zawiera włókna nerwowe dośrodkowe, mające swe zakończenie nerwowe w pewnych, stale oznaczyć się dających okolicach skóry odnóg tylnych. Preyer[3]) pierwszy, a następnie Türck[4]) i Krause[5]), starali się oznaczyć rozłożenie włókien nerwowych każdego korzonka tylnego w skórze u zwierząt ciepło-krwistych (królików, psów i małp). Kwestyję tę u żab badał Eckhard i przyszedł do wniosku, że rzeczywiście każdy korzonek zbiera włókna nerwowe „odruchowe" (dośrodkowe) z innej części skóry odnogi tylnej. Sprawą tą zajmował się także Koszewników i starał się ją rozstrzygnąć w ten sposób, że po przecięciu pewnych korzonków drażnił różne miejsca skóry skrawkami bibuły zwilżonej kwasem siarkowym i śledził, które części skóry po zniszczeniu danego korzonka zostały pozbawione czucia. Na podstawie swych doświadczeń usiłuje Koszewnikow oznaczyć dla pewnych korzonków odpowiadające im „obręby" w skórze odnóg. Ale doświadczeń tych dokładniej nie opisuje on wcale i dlatego nie wiadomo, czy autor ten badał odruchy bezpośrednio po wykonaniu przekrojów, czy też czekał aż ustąpi wpływ samego przecięcia.

W moich doświadczeniach po przecięciu korzonków badałem także nieraz zachowanie się odruchów podczas drażnienia różnych okolic skóry odnóg tylnych zapomocą podniet chemicznych lub mechanicznych. Wypadki, jakie otrzymywałem w tego rodzaju doświadczeniach, były bardzo rozmaite, i tak po zniszczeniu pierwszego korzonka zniesione zostały czasem odruchy takich samych okolic skóry, które w innym przypadku traciły zdolność dawania odruchów po przecięciu innego korzonka. Wyniki te tak dziwne mogłem sobie dopiero wytłomaczyć, gdym spostrzegł, że u żab bezpośrednio po przecięciu rdzenia, nawet bez uszkodzenia któregokolwiek z korzonków, drażnienie chemiczne lub mechaniczne pewnych miejsc nie daje wcale odruchów, że one jednak występują przy drażnieniu tych miejsc dopiero później, n. p. po upływie kilku godzin. Oczywiście więc można dopiero wtedy twierdzić, że pewien korzonek przeprowadza stale podniety od pewnej okolicy skóry,

[1]) L. c.

[2]) L. c.

[3]) Zeitschrift für rat. Medicin. Tom IV.

[4]) Sitzungsberichte der k. k. Akademie in Wien 1856.

[5]) Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität 1865.

jeżeli jego przecięcie znosi trwale, albo przynajmniej na czas dłuższy czucie tej okolicy.

Szereg doświadczeń, który przytoczyłem, według mego zdania dowodzi najzupełniej, że w dolnych częściach rdzenia leży aparat odruchowy wystarczający sam do pewnych ruchów odruchowych dolnych odnóg. Stwierdzają to niewątpliwie pierwsze doświadczenia, w których wykonywałem warstwowe przekroje rdzenia, a odruchy otrzymywałem, pomimo, że przekrój znajdował się tuż powyżej zgrubienia lędźwiowego. Odpowiedź zaś na pytanie, dlaczego tak długo utrzymywało się odmienne zapatrywanie, daje nam trzecia seryja doświadczeń, wyjaśniając ważność pierwszych korzonków tylnych dla powstawania odruchów, a okoliczność, że korzonki te wychodzą z rdzenia dość wysoko i przebiegają równolegle z nim, tłomaczy łatwość ich uszkodzenia nawet bez przecięcia i ujemne wyniki otrzymane przy badaniu. Podobne zapatrywanie, jak już wyżej wspomniałem wypowiedział także Gad[1]). A *priori* trzeba było przypuścić, że dolna część rdzenia wystarcza do wywołania odruchów, skoro znajdują się w niej wszystkie składniki nerwowe do łuku odruchowego niezbędne, mianowicie nerwy odśrodkowe i w obfitej ilości komórki nerwowe. Zresztą analogii do odmiennego zachowania się rdzenia nie znajdujemy nigdzie, nawet u zwierząt wyższych. Znane bowiem są powszechnie doświadczenia z przecięciem rdzenia w dolnej części u zwierząt ssących, jak u królików i psów. Miałem także do dyspozycyi szczenię, u którego prof. Cybulski w innym celu przeciął rdzeń poniżej ostatniego kręgu piersiowego,a u którego można było z łatwością wywołać odruch tylnych odnóg wkrótce już po operacyi, gdy jeszcze nie mogło być mowy o jakiemkolwiek zrośnięciu się odcinków rdzenia. Mamy również liczne przykłady przerwy ciągłości rdzenia u człowieka bądź wskutek urazowych uszkodzeń, bądź też wskutek patologicznych spraw, gdzie, pomimo tego, odruchy dolnych odnóg nietylko nie są zniesione, lecz owszem wygórowane, naturalnie, jeżeli tylko sama część lędźwiowa rdzenia nie jest sprawą chorobową dotknięta.

Oprócz uszkodzenia tylnych korzeni i samej dolnej części rdzenia jeszcze jedna okoliczność, zdaniem mojem, mogła być przyczyną ujemnych wyników innych badaczy, a mianowicie silne zadrażnienie wywołane przez przecięcie, jak to już wspomniałem w innem miejscu. Zadrażnienie to sprowadzało zatamowanie czynności odruchowej pozostałej części rdzenia, co tem łatwiej się tłomaczy, że większość autorów badała odruchy bezpośrednio po wykonaniu przecięcia.

[1]) L. c.

Na potwierdzenie tego zdania mogę, prócz przytoczonych wyżej spostrzeżeń własnych, podać także fakta zkądinąd znane. Wiadomo z doświadczeń Tarchanowa[1]), że jeżeli przetniemy u kaczki rdzeń na wysokości czwartego lub piątego kręgu szyjnego, to wykonywa ona ruchy skojarzone skrzydłami, nogami i ogonem. Ruchy te, na pozór samoistne, są właściwie odruchami i nie ustają nawet po odcięciu głowy zwierzęciu. Jeżeli jednak[2]) odetnie się kaczce głowę bez poprzedniego przecięcia rdzenia lub jeżeli się przekrój ten wykona w samym rdzeniu przedłużonym albo tuż pod nim, to ruchów opisanych w pierwszej chwili nie obserwuje się wcale i zwierzę ginie bardzo prędko, pomimo sztucznego oddychania. W tych przypadkach przecięcie mnóstwa nerwów mózgowych, względnie zadrażnienie całych grup ośrodków nerwowych w rdzeniu przedłużonym sprowadza tak silne wstrząśnienie w całym rdzeniu pacierzowym, że zdolność do przejścia w stan czynny zawartych w nim ośrodków zostaje przytłumioną. Podobnie zachowują się węże lub jaszczurki. I u nich spotykamy niekiedy ruchy wahadłowe ogona po przecięciu szyjnej części rdzenia, a nie ma tych ruchów zupełnie, jeżeli przekrój przeszedł przez rdzeń przedłużony.

Ostatecznie jeżeli uwzględnimy wszystkie przytoczone fakta i porównamy je z wypadkami z naszych doświadczeń, musimy przyjść do przekonania, że dolna część rdzenia u żab nie jest pozbawioną własności dawania odruchów, lecz owszem bierze czynny udział w ich powstawaniu. Ośrodki nerwowe części lędźwiowej rdzenia w rzeczywistości przechodzą w stan czynny, gdy drażnimy nerwy dośrodkowe odnóg tylnych, a wskutek tego zmiany elektryczne w zgrubieniu lędźwiowem rdzenia podczas drażnienia nerwów kulszowych mogą być wyrazem stanu czynnego tych ośrodków odruchowych.

[1]) Ueber automatische Bewegungen bei enthaupteten Enten. Vorl. Mittheil. Pflügers Archiv 1884. Tom 33.

[2]) Spostrzeżenie udzielone mi łaskawie przez prof. Cybulskiego i stwierdzone ponownie w tutejszej pracowni fizyjologicznej.